

**PERBEDAAN KEMAMPUAN CANGKANG KERANG, CANGKANG KEPITING
DENGAN CANGKANG UDANG SEBAGAI KOAGULAN ALAMI DALAM
PENJERNIHAN AIR SUMUR DI DESA TANJUNG IBUS
KECAMATAN SECANGGANG
KABUPATEN LANGKAT**

Sailent Rizki Sari S¹, Surya Dharma², Nurmaini²

1. Program Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara Departemen Kesehatan Lingkungan
2. Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia
E-mail : sailent_mar3@yahoo.com

ABSTRACT

Water is a basic need for human life on this earth. Human life needs water to support their daily life. The water need varies depending on climatic conditions, living standards, and culture of the people. People in the village of Tanjung Ibus, District Secanggang, majority of the people using wells as the main source of water supply. The condition of wells water and bore dug wells in the village physically looks turbid and brackish and some people do not use a water filter to resolve the issue. This study aimed to find out the difference of ability between shell clams, crab shells with shrimp shells as a natural coagulant in water wells purification in the village of Tanjung Ibus District Secanggang. The design of this study was quasi-experiment. The research was held in the Laboratory of Tirtanadi Sunggal and in the village of Tanjung Ibus District Secanggang Langkat district. Analysis of the data was using one-way ANOVA statistical test with $\alpha = 0.05\%$

Based on statistical test, the highest average reduction of water turbidity was shell calcium carbonate as 95,28 and the lowest was 91,58% in control. As well as the pH decreased by 28,57% from 7.0 to 5.0 on the addition of coagulant. Based on One-Way ANOVA test the turbidity in well water obtained that there isn't a significant difference among the ability of calcium carbonate shells, shell crab chitosan and shell shrimp chitosan as natural coagulants in water purification, p value = 0.05. For that it is needed the role of the society and the government in improving and improvement the clean water for the society so that it is obtained water that appropriate to health requirements.

Keywords : Dug Well Water, water purification, coagulant

Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia di bumi ini. Sesuai dengan kegunaannya, air dipakai sebagai air minum, air untuk mandi dan mencuci, air untuk pengairan pertanian, air untuk kolam perikanan, air untuk sanitasi dan air untuk

transportasi, baik di sungai maupun di laut (Wardhana, 2004).

Kebutuhan air bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Chandra, 2007).

Pemanfaatan air bagi kebutuhan manusia akan menyebabkan terjadinya penyimpanan

dari keadaan normal air dan ini berarti suatu pencemaran (Wardhana, 2004).

Salah satu bentuk pencemaran terhadap sumber air, yaitu sumur adalah padatan yang terendap (sedimen), padatan tersuspensi dan koloid dan padatan terlarut seperti tanah liat, lumpur, benda-benda organik yang halus, plankton, dll yang membuat kualitas fisik air menjadi keruh.

Adanya koloidal yang melayang di dalam air akan menyebabkan air menjadi keruh. Kekeruhan ini akan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air (Wardhana, 2004). Pada dasarnya, kekeruhan tidak mempunyai efek langsung terhadap kesehatan tetapi air yang keruh harus di olah terlebih dahulu agar dapat digunakan sesuai dengan fungsi air pada umumnya.

Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat merupakan desa yang terletak tidak terlalu jauh dari laut. Banyak terdapat tambak udang di desa ini, dan hasil laut seperti kerang dan kepiting juga mudah dijumpai. Mayoritas masyarakat di desa ini menggunakan air sumur gali dan sumur bor sebagai sumber air bersih bahkan air minum. Keadaan air beberapa sumur gali dan sumur bor di desa ini secara fisik terlihat keruh dan payau.

Kerang mengandung 66,70 % kalsium Karbonat, 7,88 % SiO_2 , 22,28 % MgO , dan 1,25 % Al_2O_3 (Siregar, 2009). Kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuat cangkang kerang dapat digunakan sebagai penjernih air. Kalsium karbonat pada kerang mampu membersihkan air, bahkan dapat mengurangi kadar besi, mangan dan logam lainnya

Cangkang udang mengandung protein 25-40%, kalsium karbonat 45-50%, dan khitin 15- 20% (Marganov, 2003 dalam Puspawati,

2010). Khitin pada cangkang udang ini dapat diubah menjadi khitosan yang mampu mengadsorpsi partikel-partikel di dalam air. Hasil penelitian Manurung (2011) menyatakan bahwa khitosan mampu mengurangi kekeruhan air sampai 90,37 % sedangkan tawas pada konsentrasi yang sama hanya mampu mengurangi 54,21 % kekeruhan air.

Demikian juga cangkang kepiting, menurut Marganov (dalam Puspawati, 2010) mengandung protein 15,60-23,90%, kalsium karbonat 53,70- 78,40%, dan khitin 18,70-32,20%.s Karena cangkang Kepiting mengandung Khitin, maka cangkang udang juga dapat digunakan sebagai koagulan alami penjernihan air.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian *Quasy Experiment* atau bersifat eksperimen semu yaitu untuk mengetahui perbedaan kemampuan cangkang kerang, cangkang kepiting dengan cangkang udang sebagai koagulan alami terhadap proses penjernihan air sumur di Desa Tanjung Ibus, Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat. Rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap.

Penelitian dilakukan di Desa Tanjung Ibus Kecamatan Secanggang Kabupaten Langkat. Lokasi pemeriksaan sampel air dilakukan di Laboratorium PDAM Tirtanadi IPA Sunggal. Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Desember 2013.

Objek dalam penelitian ini adalah air sumur yang secara fisik terlihat keruh yang didapatkan dari rumah warga desa Tanjung Ibus, Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat.

Data diperoleh dari nilai kekeruhan sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan serta data demografi desa Tanjung Ibus tahun 2012.

Pembuatan Larutan Kerja

a. Pembuatan larutan khitosan Kepiting 1%

Khitosan dari cangkang kepiting yang digunakan dibeli dari industri dengan derajat deasetilasi 95%. Khitosan kepiting diambil sebanyak 0,5 g dan dilarutkan dalam 50 mL asam asetat 1%. Selanjutnya larutan khitosan 1% diambil sebanyak 10mL dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, selanjutnya diencerkan sampai tanda batas untuk pembuatan larutan kerja: 0,20%.

b. Pembuatan larutan khitosan Udang 1%

Khitosan dari cangkang udang yang digunakan dibeli dari industri dengan derajat deasetilasi 95% diambil sebanyak 0,5 g dan dilarutkan dalam 50 mL asam asetat 1%. Selanjutnya larutan khitosan 1% diambil sebanyak 10mL dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, selanjutnya diencerkan sampai tanda batas untuk pembuatan larutan kerja: 0,20%.

c. Pembuatan larutan kalsium karbonat 1%

Kalsium karbonat dari kerang yang sudah tersedia sebanyak 0,5 g dilarutkan dalam 50 mL HCl 1%. Selanjutnya larutan kalsium karbonat 1% diambil sebanyak 10mL dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, selanjutnya diencerkan sampai tanda batas untuk pembuatan larutan kerja: 0,20%.

Perlakuan

Ke dalam gelas kimia 500 mL dimasukkan 200 mL sampel air sumur kemudian ditambahkan kalsium karbonat dari cangkang kerang, khitosan dari cangkang udang dan khitosan dari cangkang kepiting sebanyak 0,2%. Masing-masing sampel diaduk dengan menggunakan jar test dengan kecepatan 2 skala selama 15 menit, dan didiamkan selama 40 menit. Selanjutnya disaring dan diukur tingkat kekeruhannya. Pada kontrol penelitian dilakukan pengadukan dengan menggunakan jar Test tanpa penambahan koagulan kemudian diukur tingkat kekeruhannya. dengan pengulangan sebanyak 6 kali.

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran dan perlakuan dilakukan di Laboratorium PDAM Tirtanadi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal dengan menggunakan alat *Jar Test* pada konsentrasi 0,2%. Sebelumnya dilakukan pemeriksaan awal sebelum diberikan perlakuan. Air sumur diaduk dengan alat *jar test* selama 15 menit masing-masing pada kontrol, penambahan kalsium karbonat kerang 1%, penambahan khitosan kepiting 1% dan penambahan khitosan udang 1%. Setelah dilakukan pengadukan dengan alat *jar test*, air sumur didiamkan selama 40 menit untuk mengendapkan flok/gumpalan yang dihasilkan. Setelah itu air sumur disaring dengan kertas saring lalu diukur kekeruhan serta pHnya. Hasil pengukuran kekeruhan, pH dan pengamatan warna air sumur sebelum perlakuan sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Pengukuran Kekeruhan Air Sumur Sebelum Penambahan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting dan Cangkang Udang

| No | Parameter | Pengulangan | | | | | | Rata Rata | Standard Baku Mutu |
|----|-----------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|--------------------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | | |
| 1 | Kekeruhan (NTU) | 21,20 | 21,00 | 21,90 | 20,70 | 21,00 | 19,60 | 20,90 | 25 NTU |
| 2 | pH | 7,0 | 7,00 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 6,5-8,5 |
| 3 | Warna | Kekuningan | | | | | | Tidak berwarna | |

Berdasarkan tabel 1 diketahui kekeruhan rata-rata air sumur sebesar 20,90 NTU.

Kekeruhan pada air sumur dapat disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus) maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (Effendi, 2003). Air sumur di desa Tanjung Ibus memiliki kekeruhan sebesar 20,90 NTU, secara fisik air terlihat keruh berwarna kekuningan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan no. 416 tahun 1990, kadar maksimum kekeruhan air bersih adalah sebesar 25 NTU. Hal ini masih memenuhi standar yang ditetapkan. Namun, secara fisik air terlihat keruh, berwarna kekuningan dan sedikit berbau lumpur. Hal ini dikarenakan daerah dimana sampel diambil terletak di daerah yang tidak jauh dari laut dengan karakteristik tanah sedikit liat.

Hasil Uji Kemampuan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting dengan Cangkang Udang Terhadap Penurunan Kekeruhan Air Sumur

Untuk mengetahui kemampuan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting dan Cangkang Udang dalam penjernihan air sumur dilakukan dengan pengadukan menggunakan alat *Jar Test* melalui dua tahapan kecepatan putaran yaitu putaran cepat dengan kecepatan 140rpm selama 5 menit untuk menghomogenkan air dan koagulan setelah itu dilakukan putaran lambat dengan kecepatan 30rpm selama 10 menit untuk proses pembentukan flok. Konsentrasi masing-masing koagulan yang dimasukkan sama, yaitu 0,2 %. Pada kontrol dilakukan perlakuan yang sama yaitu pengadukan dengan alat *jar test* tanpa penambahan koagulan dengan pengulangan masing-masing sebanyak 6 kali.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Kekeruhan Air Sumur pada Kontrol setelah Perlakuan Pengadukan

| Ulangan | Kekeruhan Sebelum Perlakuan | Kekeruhan setelah perlakuan |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| I | 21,20 | 1,92 |
| II | 21,00 | 1,80 |
| III | 21,90 | 1,39 |
| IV | 20,70 | 1,20 |
| V | 21,00 | 1,65 |
| VI | 19,60 | 2,52 |
| Rata-rata | 21,90 | 1,75 |
| Persentase rata-rata penurunan kekeruhan(%) | - | 91,58 |

Berdasarkan tabel 2, penurunan kekeruhan air sumur pada kontrol, yaitu air sumur yang diberikan perlakuan pengadukan tanpa penambahan koagulan yaitusebesar 91,58%.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Kekeruhan Air Sumur setelah Penambahan CaCO₃ Kerang 1%

| Ulangan | Kekeruhan Sebelum Penambahan CaCO ₃ Kerang | Kekeruhan setelah penambahan CaCO ₃ Kerang |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| I | 21,20 | 0,33 |
| II | 21,00 | 0,63 |
| III | 21,90 | 0,71 |
| IV | 20,70 | 1,10 |
| V | 21,00 | 1,02 |
| VI | 19,60 | 1,44 |
| Rata-rata | 21,90 | 0,87 |
| Persentase rata-rata penurunan kekeruhan (%) | - | 95,28 |

Berdasarkan tabel 3 penurunan kekeruhan air sumur pada penambahan kalsium karbonat kerang 1% yaitu sebesar 95,28%.

Tabel 4 Hasil Pengukuran Kekeruhan Air Sumur setelah Penambahan Khitosan Cangkang Kepiting

| Ulangan | Kekeruhan Sebelum Penambahan Khitosan Udang | Kekeruhan Setelah penambahan khitosan udang |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| I | 21,20 | 0,32 |
| II | 21,00 | 0,28 |
| III | 21,90 | 1,55 |
| IV | 20,70 | 1,11 |
| V | 21,00 | 1,53 |
| VI | 19,60 | 1,68 |
| Rata-rata | 21,90 | 1,08 |
| Persentase rata-rata penurunan kekeruhan (%) | - | 94,81 |

Berdasarkan tabel 4 penurunan kekeruhan air sumur pada penambahan khitosan 1% yaitu sebesar 94,25%.

Tabel 5 Hasil Pengukuran Kekeruhan Air Sumur setelah Penambahan Khitosan Cangkang Udang

| Ulangan | Kekeruhan sebelum penambahan khitosan udang | Kekeruhan setelah penambahan khitosan udang |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| I | 21,20 | 0,32 |
| II | 21,00 | 0,28 |
| III | 21,90 | 1,55 |
| IV | 20,70 | 1,11 |
| V | 21,00 | 1,53 |
| VI | 19,60 | 1,68 |
| Rata-rata | 21,90 | 1,08 |
| Persentase rata-rata penurunan kekeruhan (%) | - | 94,81 |

Berdasarkan tabel 5 penurunan kekeruhan air sumur pada penambahan khitosan udang 1% yaitu sebesar 94,81%.

Tabel 6 Penurunan Rata-Rata Kekeruhan Air Sumur pada Kontrol, Penambahan Koagulan Cangkang Kerang, Cangkang Kepiting dan Cangkang Udang

| Ulangan | Kekeruhan Awal | Kekeruhan Akhir | | | |
|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|-------------------|----------------|
| | | Kontrol | CaCO ₃ Kerang | Khitosan Kepiting | Khitosan Udang |
| I | 21,20 | 1,92 | 0,33 | 0,29 | 0,32 |
| II | 21,00 | 1,80 | 0,63 | 1,28 | 0,28 |
| III | 21,90 | 1,39 | 0,71 | 1,18 | 1,55 |
| IV | 20,70 | 1,20 | 1,10 | 0,85 | 1,11 |
| V | 21,00 | 1,65 | 1,02 | 1,74 | 1,53 |
| VI | 19,60 | 2,52 | 1,44 | 1,78 | 1,68 |
| Rata-rata | 21,90 | 1,75 | 0,87 | 1,19 | 1,08 |
| Persentase Rata-rata Penurunan Kekeruhan | - | 91,58 | 95,28 | 94,25 | 94,81 |

Tabel 6 menunjukkan persentase rata-rata perubahan kekeruhan air yang cukup besar baik pada kontrol maupun setelah penambahan CaCO_3 kerang, khitosan kepiting dan kitosan udang. Persentase penurunan kekeruhan tertinggi ada pada penambahan CaCO_3 kerang sebesar 95,28 % dan terendah pada kontrol sebesar 91,58%.

Pengaruh Perlakuan Pengadukan pada Kontrol, Penambahan Koagulan Kalsium Karbonat Kerang 1%, Khitosan Kepiting 1% dan Khitosan Udang 1% terhadap Nilai Kekeruhan Air Sumur

Dosis optimum yang digunakan dalam kegiatan *jar Test* digunakan konsentrasi 0,2% pada masing-masing koagulan, dan tanpa penambahan koagulan pada kontrol. Dilakukan pengadukan selama 15 menit (Manurung, 2011) yang terdiri dari pengadukan cepat sebesar 140rpm selama 10 menit, untuk menghomogenkan air dengan koagulan dan dilanjutkan dengan pengadukan lambat sebesar 30rpm selama 5 menit untuk mengendapkan flok yang dihasilkan.

Rata-rata kekeruhan air sebelum perlakuan sebesar 20,90 NTU, setelah perlakuan, nilai rata-rata kekeruhan air menjadi 1,22 NTU. Dapat dilihat ada perbedaan yang signifikan nilai rata-rata kekeruhan air sebelum dan sesudah perlakuan.

Persentase penurunan kekeruhan pada kontrol adalah sebesar 91,58% sedangkan persentase penurunan kekeruhan air sumur yang ditambahkan kalsium karbonat kerang 1% sebesar 95,28%, persentase penurunan kekeruhan air sumur yang ditambahkan khitosan kepiting 1% sebesar 94,25% dan persentase penurunan kekeruhan air sumur yang ditambahkan khitosan udang 1% sebesar 94,81%.

Persentase penurunan kekeruhan air pada kontrol disebabkan adanya pengadukan cepat dan pengadukan lambat dari proses *jar test* yang dilakukan pada kontrol. Adanya variasi pengadukan ini mengakibatkan kontak yang diakibatkan oleh adanya gerakan media yaitu air yang membawa partikel-partikel bertubrukan, tetap bersatu, dan tumbuh menjadi satu ukuran yang siap mengendap berupa flok (Davis & Cornwell, 1991 dalam Enrico, 2008). Proses pengendapan selama 40 menit serta penyaringan air dengan kertas saring dalam perlakuan juga dapat mengurangi kekeruhan air dengan menjebak flok-flok kecil yang terdapat pada air.

Penambahan kalsium karbonat kerang 1% dapat menurunkan nilai kekeruhan air karena kulit kerang mengandung CaCO_3 yang merupakan material berpori yang dapat mengikat kotoran dalam air sumur (Aliska A, dkk, 2012). Kemampuan khitosan cangkang kepiting 1% yang menurunkan nilai kekeruhan air sebesar 94,25% dan penambahan khitosan udang 1% yang menurunkan nilai kekeruhan air sebesar 94,81%.

Berdasarkan penelitian Manurung (2011) pemberian koagulan khitosan udang pada konsentrasi 0,2% dapat menurunkan kekeruhan sebesar 85,10%. Hal ini sedikit berbeda dibandingkan dengan hasil penelitian. Hal ini dikarenakan oleh pengaruh derajat deasetilasi yang berbeda yang digunakan pada penelitian berkisar diatas 85-95% sedangkan pada penelitian sebelumnya hanya mencapai 65%.

Khitosan merupakan polimer yang memiliki gugus amin yang bermuatan positif (Rha, 1984). Bahan-bahan seperti protein, anion polisakarida, asam nukleat yang bermuatan negatif akan berinteraksi kuat dengan

khitosan membentuk ion netral (Sanford, 1989 dalam Suyanti, 2004). Partikel-partikel koloid yang dapat menyebabkan kekeruhan dalam air biasanya bermuatan negatif. Muatan positif khitosan akan menetralkan muatan negatif pada bahan pengotor air tersebut sehingga air menjadi jernih. Mekanisme koagulasi ini terjadi dengan cara adsorpsi dan membentuk jembatan antar partikel. Jika molekul polimer bersentuhan dengan partikel koloid maka beberapa gugus akan teradsorpsi pada permukaan partikel (Benefield et al, 1982).

Hasil uji statistik nilai kekeruhan air sumur dengan menggunakan uji Anova One-Way menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan kemampuan yang signifikan dari kontrol maupun penambahan koagulan cangkang kerang, cangkang kepiting dan cangkang udang. Nilai $p=0,05$.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Ada perbedaan rata-rata nilai kekeruhan air sumur sebelum dan sesudah perlakuan air sumur pada penambahan kalsium karbonat cangkang kerang, khitosan kepiting dan khitosan udang. Besarnya penurunan nilai kekeruhan rata-rata pada kontrol (91,58%), penambahan kalsium karbonat kerang (95,28%), khitosan kepiting (94,25%) dan khitosan udang (94,81%).

Penurunan kekeruhan rata-rata air sumur terbesar ada pada penambahan kalsium karbonat cangkang kerang sebesar 95,28% dan terendah pada kontrol sebesar 91,58%.

Saran

Bagi pemerintah agar memperhatikan kualitas air bersih di masyarakat serta

mengadakan penyuluhan bagi masyarakat tentang pengelolaan air sumur.

Penggunaan kalsium karbonat, khitosan kepiting dan khitosan udang tidak dapat langsung diaplikasikan bagi masyarakat karena menggunakan larutan asam dalam pelarutan koagulannya, sebaiknya pemerintah melihat peluang alternatif ini untuk pengolahan limbah industri.

Daftar Pustaka

Aliska A, dkk 2012, Pemanfaatan Kulit Kerang sebagai Alternatif Penjernih Air dan Destilasi sebagai Pengubah Air Asin Menjadi Air Tawar (Studi Kasus di Bontang Kuala, Kota Bontang Provinsi Kalimantan Timur) : Karya Ilmiah. Diakses pada 3 Mei 2013.

Benefield et al 1982, *Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment*. Prentice Hall

Chandra, B 2005, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.

Departemen Kesehatan RI, Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air, Jakarta.

Effendi, H 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta.

Manurung, M 2011, Potensi Khitin/Khitosan sebagai Biokoagulan Penjernih Air, Jurnal Kimia, Jurusan Kimia FMIPA

Universitas Udayana, Bukit
Jimbaran.

Puspawati, NM 2000, *Optimasi Deasetilasi Khitin dari Kulit Udang dan Cangkang Kepiting Limbah Restoran Seafood menjadi Khitosan melalui Variasi Konsentrasi NaOH*, Jurnal Kimia:79-90, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.

Rha, CK 1984. *Chitosan as a biomaterial, dalam* RR colwell, AJ Sinskey dan ER Pariser, *Biotechnology in Marine Science*. John Willey and Sos, New York.

Siregar, SM 2009. Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer. Thesis Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/6089/1/09E02227.pdf> diakses 5 Juni 2013.

Suyanti, DS 2004, Uji Daya Adsorpsi Khitosan terhadap Pigmen Klorofil. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.

Wardhana, AW 2004, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Yurnaliza 2002, *Senyawa Khitin dan Aktivitas Enzim Mikrobial Pendegradasinya*, Program Studi Biologi, FMIPA, USU.